

501,229

Rec'd PCT/P 12 JUL 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004)

PCT

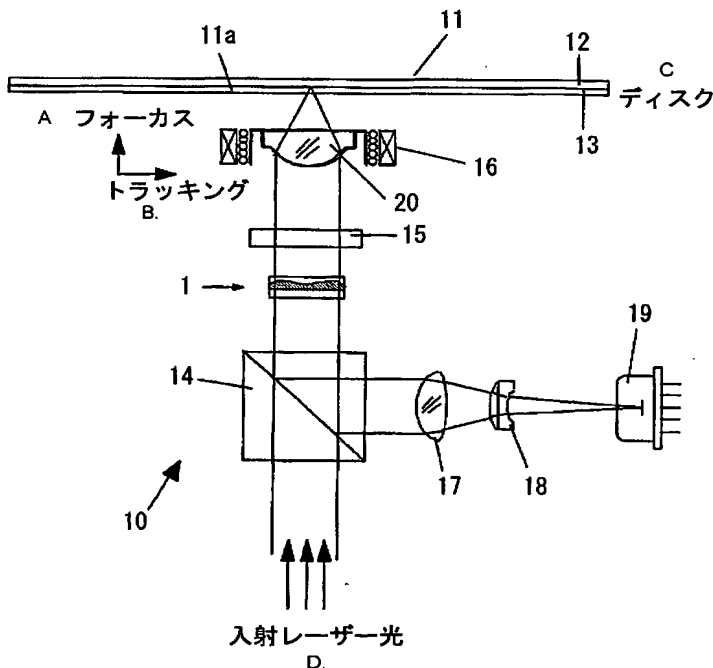
(10) 国際公開番号  
WO 2004/053578 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02F 1/1333, 1/13 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015532 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 山本 健二 (YAMAMOTO, Kenji) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 木島 公一朗 (KISHIMA, Koichiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).  
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 4 日 (04.12.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願 2002-360490  
2002 年 12 月 12 日 (12.12.2002) JP (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 液晶素子及びその製造方法



A...FOCUS  
B...TRACKING  
C...DISK  
D...INCIDENT LASER BEAM

(57) Abstract: A liquid crystal device capable of imparting a desired phase distribution to transmitted light without need to perform complex calculation. The manufacture and evaluation of the liquid crystal device can be easily conducted. A liquid crystal layer (120) sealed in the space between glass substrates (100, 110) has a given thickness distribution due to the unevenness of a sub-substrate (111) provided on the inner side of the glass substrate (110). Electrodes (130, 140) provided on both sides of the liquid crystal layer (120) are planar and parallel. Therefore, the spacing between the two electrodes (130, 140) are always constant, and the distribution of the electric field applied to the liquid crystal layer (120) is uniform. As a result, the shape of the phase distribution to which the light transmitted through the liquid crystal is subjected is determined only by the thickness distribution of the liquid crystal layer, and the magnitude is determined by the value of the voltage applied between the electrodes. Thus, since the distribution of the electric field applied to the liquid crystal layer is uniform, the phase distribution of the transmitted light is easily and accurately calculated by using the thickness distribution of the liquid crystal layer.

[続葉有]

WO 2004/053578 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、この結果、液晶素子の製造やそのデバイス評価を容易に行うことができる液晶素子である。ガラス基板(100)、(110)の間に封止された液晶層(120)は、ガラス基板(110)の内側に設けたサブ基板(111)の凹凸によって一定の厚み分布を持っている。また、この液晶層(120)の両側に配置される電極(130)、(140)は平面状で、かつ平行に配置されている。したがって、2つの電極(130)、(140)の間隔は常に一様であり、液晶層(120)にかかる電界分布は均一である。そのため、液晶を透過する光が受ける位相分布の形状は液晶層の厚み分布のみで決定され、その大きさは電極にかかる印加電圧値によって決定される。したがって、液晶層にかかる電界分布を均一とすることで、液晶層の厚み分布を用いて透過光の位相分布を容易かつ正確に算出することができる。

## 明細書

## 液晶素子及びその製造方法

## 5 技術分野

本発明は、例えば光ディスクシステム、光磁気ディスクシステム、光カードシステム等の光学式記録再生装置に用いることが可能な液晶素子及びその製造方法に関する。

## 10 背景技術

近年、光ディスクの情報記録容量を高めるために、光源の波長を短くした青色半導体レーザー（LD）が利用されている。また、開口数（NA）の高い対物レンズが用いられている。さらにはそれらを用いたシステムで、2層ディスクを応用するといった手法が実用化されつつある。

15     ところで、これらを用いた光ディスクシステムにおいては、光ピックアップの光軸に対するディスクのチルト誤差、カバー厚み誤差、あるいは2層ディスクの層間収差などの摂動に対し、信号を再生するビームの品質が容易に劣化して、良好な信号記録／再生特性を保つことが難しくなっている。

20     このような信号品質劣化を防止する先行技術として、例えば、前記ディスクのチルト誤差によって生じるコマ収差を低減するために光ディスクに照射される光ビームの光路中に補償光学系を挿入することが提案されている（特開2000-132854号公報）。

25     しかしながら、上記先行技術では、ディスクのチルト誤差以外のカバー厚み誤差、あるいは2層ディスクの層間収差など種々の摂動に対する考慮は十分になされていないものであった。

そこで、本件出願人は、上述のような種々の摂動に対し、光路に挿入した液晶素子を用いてビームの透過波面の位相分布を制御することにより、ビームの品質を向上する方法を提案している（特願 2 0 0 1 - 1 7 9 2 4 5 号；以下、先行出願という）。

- 5      すなわち、上記先行出願では、ビームの透過波面の位相分布を液晶層の厚みと印加電圧の 2 つのパラメータによって制御するものであり、特に液晶層の厚み分布が位相分布の形状を決定し、印加電圧値が位相の絶対量を決定するものとしている。

- 10      しかし、この先行出願では、電極が液晶層の形状に沿って形成されているために、実際は液晶層の厚み分布が透過光の波面に与えられる位相分布を正確に反映しないという課題があった。

- すなわち、電極が液晶層の形状にそって形成される場合、液晶層の厚みが薄い部分では、液晶層を挟み込む電極間隔が狭いため、電極に電圧が印加された場合に電界強度が強くなっている。逆に液晶層の厚みが厚い部分では、電極間隔が広いため電界強度が弱くなっている。
- 15

そして、液晶層が透過波面に及ぼす位相量は液晶層の厚みのみならず、この電界強度にも依存する。

したがって、液晶層での電界強度に分布が生じる場合には、液晶を透過する光の位相分布のパラメータは、上記先行出願にて指摘された

- 20      (1) 液晶層の厚み、(2) 印加電圧値に加えて、(3) 電界強度分布の 3 点を考慮する必要がある。

しかし、電界強度は前述のように液晶層の形状に依存するので、透過波面の位相量を所望の値に制御するためには、液晶層の形状までも含めてさらに最適化しなくてはならない。

- 25      以上のように、上記先行出願においては、電極が液晶層の形状に沿って形成されている構成では、液晶層の形状は透過光に与えられる位相分

布を正確に反映しておらず、正確な位相分布を反映させるには電界強度分布まで考慮しなければならない。

このため、所望の位相分布を透過光に与えるためには電界強度分布を考慮しつつ液晶層の形状を最適化しなければならない。すなわち、印加  
5 する電圧値と液晶層の形状で決まる電界強度分布の計算から、透過光に与えられる位相分布の計算まで、非常に複雑な計算が必要であり、その製造およびデバイス評価が難しいという課題がある。

そこで本発明の目的は、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、製造およびデバイス評価を容易に行うこ  
10 とができる液晶素子及びその製造方法を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明は前記目的を達成するため、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一対の基板と、前記基板の内側  
15 に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一対の電極とを有し、前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一対の電極が互いに平行な平面状に形成されていることを特徴とする。

また本発明は、記録媒体に対向配置される対物レンズと、前記対物レンズにレーザ光を供給するレーザ光源と、前記レーザ光源から対物レンズに到る光路内に配置されて透過光の位相分布を制御する液晶素子とを有し、前記液晶素子は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一対の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一対の電極とを有し、前記基板の内  
20 側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに  
25

前記一対の電極が互いに平行な平面状に形成されていることを特徴とする。

また本発明は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一対の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一対の電極とを有する液晶素子の製造方法であって、前記基板の内側に前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設ける工程と、前記電極を互いに平行な平面状に形成する工程とを有することを特徴とする。

本発明の液晶素子及びその製造方法では、液晶層を挟み込む基板の内側には液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、液晶層に所定の電圧を印加する電極は平面状に形成して平行に配置することから、電界強度分布が均一となり、液晶層の厚み分布を透過光の波面に与える位相分布に正確に反映させることができる。

したがって、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、この結果、液晶素子の製造やそのデバイス評価を容易に行うことが可能となる。

また、同様の液晶素子を光ピックアップの光路中に配置することによって適正に透過光を制御でき、かつ、複雑な計算を要することなく液晶素子を容易に最適化して各種の収差を補正でき、光ピックアップの特性向上や製造の容易化に大きく寄与することが可能となる。

また本発明は、記録媒体に対向配置される対物レンズと、前記対物レンズにレーザ光を供給するレーザ光源と、前記レーザ光源から対物レンズに到る光路内に配置されて透過光の位相分布を制御する液晶素子とを有し、前記液晶素子は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、前記液晶層を挟み込んで封止した一対の基板と、前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一対の電極とを有し、前記基板の内

側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されていることを特徴とする。

## 5 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施の形態例における光ピックアップの全体構成例を示す説明図である。

第2A図乃至第2B図は、第1図に示す光ピックアップに設けられる液晶素子の概要を示す断面図及び正面図である。

10 第3A図乃至第3B図は、第2A図乃至第2B図に示す液晶素子の具体的構成例を示す断面図である。

第4A図乃至第4B図は、第3A図乃至第3B図に示す液晶素子における液晶分子の変位を示す断面図である。

15 第5A図乃至第5B図は、球面収差とコマ収差の波面を示す斜視図である。

第6A図乃至第6B図は、第5A図乃至第5B図に示す球面収差とコマ収差に対応した凹凸部を有する液晶素子の構成例を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

20 以下、本発明による液晶素子及びその製造方法の実施の形態例について説明する。

本実施の形態例による液晶素子は、上述した先行出願において電界強度に分布が生じるのは電極膜を液晶層の形状に沿わせたからであることに着目し、これを廃止して、2枚の電極膜を平面状に形成して互いに平行に配置するものとし、これらを液晶層を挟み込む2枚の基板の内部に  
25 それぞれ配置するようにした。

また、液晶層と電極の間は誘電体で満たされるように構成し、液晶層を2つの平面電極の内側に挟み込んでいる誘電体層の2枚の面形状を、液晶層の厚み分布が所望の位相分布と相似形となる凹凸形状に形成した。あるいは、簡単のため片側のみの誘電体層の形状を透過光に与えたい所望の位相分布と相似の凹凸形状に形成し、残る片側は平面とした。

また、本実施の形態による製造方法では、上述した液晶層の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための方法として、金型を用いて紫外線硬化樹脂を一括成型する方法、およびフォトリソグラフィを用いたパターンニング工程により形成する方法を用いることにより、低コスト化を実現する。

このようにして形成された液晶素子では、液晶層が厚み分布を持っているにもかかわらず、液晶層を挟んだ基板の内部にある2枚の電極は平面状で、かつ平行であるため、2つの電極間隔は常に一様であり、液晶層にかかる電界分布は均一である。

そのため、液晶を透過する光が受ける位相分布の形状は液晶層の厚み分布のみで決定され、その大きさは電極にかかる印加電圧値によって決定される。つまり、液晶層の厚み分布は所望の位相分布に完全に相似となる。したがって、液晶層にかかる電界分布を均一とすることで、液晶層の厚み分布を用いて透過光の位相分布を計算する際に、電界分布というパラメータを不要にし、容易かつ正確に算出することができる。

以下、本実施の形態例による具体的実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例による光ピックアップ（光学ヘッド10）の全体構成を示す説明図である。

図示のように、本例の光学ヘッド10は、相変換型光ディスク11の記録再生を行うものであり、透過光に所望の位相分布を与える液晶素子



1 と、入射光と戻り光とを分離する偏光ビームスプリッタ（PBS）14 と、入射光と戻り光の位相を  $1/4$  波長ずつ変化させる  $1/4$  波長板 15 と、対物レンズ 20 をフォーカシング方向及びトラッキング方向に制御する 2 軸アクチュエータ 16 と、戻り光の検出を行う光検出器 19  
5 と、戻り光を光検出器 19 に入射させるフォーカシングレンズ 17 及びマルチレンズ 18 とを有する。

また、相変化型光ディスク 11 は、ディスク基板 12 に設けた相変化方式による信号面 11a 上に保護膜 13 を設けたものである。

10 上述のような光学ヘッド 10 において、図示しないレーザ光源からの光は図示しないコリメータレンズでコリメートされ、平面波に変換される。そして、このレーザ光は、対物レンズ 20 で屈折して光ディスク 11 の信号面 11a に集光される。また、光ディスク 11 の信号面 11a で反射した光は、偏光ビームスプリッタ 14 で反射して光検出器 19 で信号を検出する。

15 そして、このような構成において、光ピックアップの光軸に対して光ディスク 11 のチルト、カバー厚み誤差、あるいは 2 層ディスクの場合は層間収差などの摂動があると、信号を再生するビームの品質が容易に劣化して、良好な信号記録／再生特性を保つことが難しくなる。そこで、図示のように光路の途中に液晶素子 1 を配置して、光学系に生じる収差  
20 を補正する。

次に、この液晶素子 1 に関する構造および収差補正動作について説明する。

第 2 A 図は、本実施の形態例における液晶素子の概要を示す断面図であり、第 2 B 図は液晶層の分子配列を模式的に示す正面図（矢印 A 方向  
25 から見た図）である。

この液晶素子は、一対（２枚）のガラス基板１００、１１０で液晶分子（液晶層）１２０を挟み込んだものであり、透過光に与えたい位相分布の相似形状を基板１００、１１０の液晶層１２０を挟む面（内側面）に形成している。すなわち、ガラス基板１００の内側面１００Ａは平面状に形成されているが、ガラス基板１１０の内側面１１０Ａは凹凸形状に形成されている。

第３Ａ図乃至第３Ｂ図は、第２Ａ図乃至第２Ｂ図に示す液晶素子の具体的構成例を示す断面図である。

図示のように、ガラス基板１００、１１０の内側には、液晶層１２０に電圧を加える２枚（一対）の電極１３０、１４０が配置され、さらにその内側に液晶層１２０に配向を付与するための配向膜１５０、１６０が形成されている。

図示のように、各電極１３０、１４０は、それぞれ平面状に形成され、互いに平行に配置されている。また、各電極１３０、１４０には電圧源１７０が接続され、その電圧印加がスイッチ１８０によって電圧印加がオン・オフされる。

すなわち、ガラス基板１００の平面状の内側面１００Ａには、平面状の電極１３０が設けられ、さらにその内側に平面状の配向膜１５０が設けられている。一方、ガラス基板１１０では、内部に平面状の電極１４０が設けられ、さらにその内側に凹凸形状の内側面１１０Ａを得るためのサブ基板（凹凸部）１１１が設けられ、その内側面が所望の位相分布と相似形状を有する凹凸形状に形成されている。そして、このサブ基板１１１の内側に配向膜１６０が形成されている。この配向膜１６０は、サブ基板１１１による内側面１１０Ａの凹凸形状に対応した湾曲形状で対応する湾曲した形状で設けられている。

このような構成により、液晶層 120 は、サブ基板 111 による内側面 110A の凹凸形状に対応した厚さ分布を有する状態で配置される。

また、液晶分子は液晶層 120 を挟む各基板 100、110 の内側に配置した配向膜 150、160 に沿って並んでおり、電圧が加えられていない場合は、第 3A 図に示すように、基板 100、110 に対して寝ており、電圧が加えられると、第 3B 図に示すように、基板 100、110 に垂直方向に立つ。そして、入射光の偏光方向が液晶分子の長手方向と短手方向にある場合とで屈折率が異なる。

また、2 枚の電極 130、140 が平面状でかつ平行であるため、液晶層 120 にかかる電界強度は一様である。

したがって、液晶層 120 の屈折率はほぼ全域で同じであり、液晶分子が寝ていると、屈折率は  $n_1$  であるが、液晶分子が立つと屈折率は  $n_2$  となる。また、両者の中間の状態では、屈折率は  $n_1$  と  $n_2$  の中間となる。なお、上述した先行出願では、電極が液晶層の形状に沿って形成されているので、電界強度に分布が生じ、液晶層の屈折率は一様ではなく、より複雑なものとなる。

また、本例の液晶素子では、液晶層 120 と片側の平面電極 140 との間には基板 110 の一部となる凹凸形状を有したサブ基板 111 が充填配置されている。そして、このサブ基板 111 の凹凸形状が液晶層 120 の形状、すなわち厚み分布を決めている。

なお、本例では、このサブ基板 111 は、片側の電極 140 と液晶層 120 の間のみに存在しているが、これは逆側の電極 130 と液晶層 120 との間の凹凸形状を省略でき、平面形状でよいという構成の簡素化を図ることができるためであり、両方に誘電体層を設けて凹凸形状を得るようにしてもよい。

次に、このような液晶層 1 2 0 と平面電極 1 4 0 との間にある凹凸形状のサブ基板 1 1 1 の製造方法について説明する。

まず、第 1 の製造方法として、サブ基板 1 1 1 を紫外線硬化樹脂を用いた成型体によって作成する方法を説明する。

- 5      この方法は、液体状態の樹脂の形状が金型にならう原理と、紫外線を照射することにより硬化する特性とを用いたものであり、この紫外線硬化樹脂の紫外線照射前の液体状態において、上述した液晶層 1 2 0 の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための形状に対応した形状を有する金型に習わせておき、その後、紫外線を照射することにより、金型  
10      に習った形状を得る方法である。

より具体的には、まず、液晶材料に電圧を印加するための電極材料が形成された基板上に、紫外線硬化樹脂をスピコート法などにより一様に塗布する。

- そして、液晶層 1 2 0 の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための形状に対応した形状を有する金型を紫外線硬化樹脂に押し当てる。  
15      これにより、樹脂材料を変形させながら、紫外線を照射することにより、樹脂を固体状態とさせ、基板上に液晶層の厚さ分布を所望の位相分布と相似形とするための形状に対応したサブ基板を形成する。

- この方法は、基板を作成するウエーハサイズに対応する大きさの金型  
20      を用いることにより、個々の液晶素子に対応するための基板の分割工程前に行うことができるので、複数の液晶素子に対応する凹凸部の作製を同時に大量に行うことができ、低コスト化に有利な製造方法である。

次に、第 2 の製造方法として、フォトリソを用いたパターンニングによる成膜工程で作成する方法の説明を行う。

- 25      この方法には、次の 3 つの方法を用いることが可能である。

(1) 電極膜上に所定の厚さ以上に形成した誘電体材料（例えば  $Ta_2O_5$ 、あるいは  $Ta_2O_5$  と  $SiO_2$  の混合物）をスパッタリングなどの薄膜形成手段により形成した後、後に現像あるいは剥離が可能である感光性材料（以下フォトレジスト材料）をフォトマスクに対応する形状にパターニング（露光工程および現像工程）を行い、そのフォトレジスト材料をマスク材として、 $Ta_2O_5$ 、あるいは  $Ta_2O_5$  と  $SiO_2$  の混合物などの誘電体材料に R I E ( R e a c t i v e I o n E t c h i n g ) などの手法によりエッチングすることにより、段差を形成する（いわゆるエッチング法）。そして、この方法を、複数回行うことにより、見かけ上なめらかな段差を得ることができる。

(2) 電極膜上にフォトマスクに対応する形状にパターニングされたフォトレジスト材料が形成された基板に、誘電体材料（例えば  $Ta_2O_5$ 、あるいは  $Ta_2O_5$  と  $SiO_2$  の混合物）をスパッタリングなどの薄膜形成手段により形成した後、フォトレジスト材料をはく離することにより、誘電体材料のパターンを得る（いわゆるリフトオフ法）。そして、この方法を、複数回行うことにより、見かけ上なめらかな段差を得ることができる。

(3) 電極膜上に所定の厚さ以上に形成した誘電体材料（例えば  $Ta_2O_5$ 、あるいは  $Ta_2O_5$  と  $SiO_2$  の混合物）をスパッタリングなどの薄膜形成手段により形成した後、グレーの階調を有するフォトマスクを用いて見かけ上なめらかな段差を有するフォトレジスト材料よりなるパターンを形成し、そのフォトレジスト材料をマスク材として、 $Ta_2O_5$ 、あるいは  $Ta_2O_5$  と  $SiO_2$  の混合物などの誘電体材料に R I E などの手法によってエッチングすることにより、一度の露光工程において見かけ上なめらかな段差を得る。

なお、以上のようなフォトマスクを用いた製造方法においては、誘電体基板のウエーハサイズに対応する大きさのフォトマスクを用いることにより、個々の液晶素子に対応するための基板の分割工程前に行うことができるので、液晶素子に対応する凹凸部の作製を同時に大量に行うことができ、低コスト化に有利な製造方法である。

次に液晶素子による収差補正原理について説明する。

第4A図乃至第4B図は本例の液晶素子における液晶分子の変位を示す断面図である。

まず、透過光に位相分布を与える必要のない場合、すなわち光ディスクシステムに光ディスクを含めて製造誤差が無く、結像面で無収差の場合は液晶素子の電極に所定の電圧を印加して基板と同じ屈折率としておく（第4A図）。

そして、位相分布を与えたい場合は、その電圧を変化させることにより、液晶の部分だけ屈折率が変化する（第4B図）。

ここで、透過光の位相分布は光路長で決まるので液晶層の厚み分布  $d(x)$  とガラス基板との屈折率差  $\Delta n$  の積で決まる。したがって、基板表面の形状と相似の位相分布を透過光に与えることができる。

ところで、液晶素子により透過光に与えたい位相分布は対物レンズで結像した波面収差の位相分布と逆極性の分布とすればよい。

ここで補正したいものが、光ディスクの厚み誤差  $dt$  とスキュー  $\theta$  である場合について考える。なお、特に厚み誤差に関しては、2層ディスクの場合には層間厚みに置き換えても以下の説明で同じことが当てはまる。

まず、厚み誤差  $dt$  は球面収差、スキューはコマ収差を発生させる。それぞれの低次収差は次式で与えられ、 $NA$  が大きく波長が短いほど影響は大となる。

3 次の球面収差係数  $W_{40} = dt / 8 \times (n^2 - 1) / n^3 \times NA^4$

3 次のコマ収差係数  $W_{31} = t / 2 \times (n^2 - 1) \times n^2 \times \sin \theta \times \cos \theta / (n^2 - \sin^2 \theta)^{5/2} \times NA^3$

なお、 $t$  はディスクの厚み、 $dt$  はディスクの厚み誤差、 $n$  はディスクの屈折率、 $\theta$  はディスクの傾きを表している。

また、これらの収差を対物レンズの瞳面上の瞳半径で規格化された座標  $(x, y)$  で表すと、

$$3 \text{ 次の球面収差 } W(x, y) = W_{40}(x^2 + y^2)^2 \quad (\text{式 1})$$

$$3 \text{ 次のコマ収差 } W(x, y) = W_{31}x(x^2 + y^2) \quad (\text{式 2})$$

10 となる。

しかし、 $NA$  が大きな対物レンズの場合は、低次の収差のみでは収差の位相分布を十分正確に表現することができない。

そこで次に高次の収差は次式で与えられる。

5 次の球面収差係数  $W_{60} = dt / 48 \times (n^2 - 1) \times (n^2 + 3) / n^5 \times NA^6$

15 5 次のコマ収差係数  $W_{51} = t / 8 \times (n^2 - 1) \times n^2 \times \sin \theta \times \cos \theta / (n^2 - \sin^2 \theta)^{9/2} \times NA^5 \times (n^4 + (3 \cos^2 \theta - 5 \sin^2 \theta)n^2 + 4 \sin^2 \theta - \sin^4 \theta)$

そして、これらの収差を対物レンズの瞳面上の瞳半径で規格化された座標  $(x, y)$  で表すと、

$$20 \quad 5 \text{ 次の球面収差 } W(x, y) = W_{60}(x^2 + y^2)^3$$

$$5 \text{ 次のコマ収差 } W(x, y) = W_{51}x(x^2 + y^2)^2 \text{ となる。}$$

しかしながら、実用上高次収差は集光された光のスポットセンターの近傍に与える影響は微少であるため、光ディスクの記録再生に与える影響も少なく、したがって補正すべき収差は低次のみを考慮すれば十分で

25 ある。

第5 A図乃至第5 B図は球面収差とコマ収差の波面を示す斜視図であり、第5 A図は球面収差の波面を示し、第5 B図はコマ収差の波面を示している。

そして、液晶素子の透過波面に予めこれらの位相分布と逆極性の位相分布を与えれば、対物レンズで結像したときに無収差となる。

したがって、液晶素子の形状は、球面収差補正では第6 A図に示すように、第5 A図に示す波面に対応する断面形状のサブ基板1 1 1 Aによって（式1）の相似形状を有するものとなり、コマ収差では第6 B図に示すように、第5 B図に示す波面に対応する断面形状のサブ基板1 1 1 Bによって（式2）の相似形状を有するものとなる。なお、第6 A図乃至第6 B図に示す基板1 1 1 A、1 1 1 Bの断面形状は、第5 A図乃至第5 B図に示す矢線B方向に波面を見た形状を示している。

そして、実際に球面収差、コマ収差が存在して、それを補正したい場合には、液晶に電圧を加えて液晶の屈折率を $\Delta n$ 変化させ、それと厚み $d(x)$ の積が球面収差やコマ収差の位相と逆の位相になるように印加電圧を制御すればよい。

また、このような球面収差、コマ収差の位相分布そのものでなくとも、収差は補正可能である。たとえば球面収差にデフォーカスによる収差を加えた形状としてもフォーカスサーボがデフォーカス分を補正できる。

しかし、そのような形状にすることは本質的には無意味であり、最小の印加電圧での収差補正を実現するには収差そのものの位相分布と振幅が等しく逆極性の位相分布を与えればよい。

なお、デフォーカスの収差を加えた形状では、液晶を駆動するときデフォーカスも生じるので、フォーカスサーボに影響を及ぼす恐れがある。また、補正したい収差に対して広帯域のサーボを用いるとフォーカ



スサーボと干渉してしまい、サーボの安定性に影響を及ぼすのでやはり好ましくない。

以上のような本実施の形態例によれば、光ピックアップにおける光ディスクの光軸に対するチルト、カバー厚み誤差や2層ディスクの層間収差など、種々の摂動を液晶層に厚み分布を持たせた液晶素子で補正する場合、その液晶層の形状を、補正したい位相分布の形状と完全に相似とすることが可能であり、電界強度分布などの複雑な計算が不要である。

そして、この液晶素子による収差補正は、補正したい位相分布を完全かつ正確に補正できる。

10      また、液晶層を挟み込む凹凸部を有するサブ基板は、樹脂あるいは誘電体のエッチングによって容易に製造できる。

したがって、本デバイスは量産に向いており、容易に製造できるのでデバイスの歩留まり向上、コストダウンが可能である。

15      なお、以上の例では、液晶素子の液晶層を挟んでいる2枚の基板のうち、片面の形状を所望の位相分布と相似形としたが、本発明はこれに限らず、両面の形状を変化させてもよい。

すなわち、透過光に与えたい位相分布は、基板で挟み込んだ液晶分子の厚み $d$  (X) とガラス基板との屈折率差  $\Delta n$  の積できまるので、厚み分布が所望の位相分布の相似形になるように面形状を形成すればよいものである。

20      以上説明したように本発明の液晶素子及びその製造方法によれば、液晶層を挟み込む基板の内側には液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、液晶層に所定の電圧を印加する電極は平面状に形成して平行に配置することから、電界強度分布が均一となり、液晶層の厚み分布  
25      を透過光の波面に与える位相分布に正確に反映させることができる。

したがって、複雑な計算を要することなく所望の位相分布を透過光に与えることができ、この結果、液晶素子の製造やそのデバイス評価を容易に行うことが可能となる。

- 5 また、本発明の光ピックアップによれば、上記と同様の液晶素子を光路中に配置することによって適正に透過光を制御でき、かつ、複雑な計算を要することなく液晶素子を容易に最適化して各種の収差を補正でき、光ピックアップの特性向上や製造の容易化に大きく寄与することが可能となる。

## 請求の範囲

1. 透過光の位相分布を制御する液晶層と、  
前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、
- 5 前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有し、  
前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されている、  
ことを特徴とする液晶素子。
- 10 2. 前記凹凸部は、前記液晶層と電極との間に配置される合成樹脂の成型体より形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の液晶素子。  
3. 前記合成樹脂の成型体が紫外線硬化樹脂よりなることを特徴とする請求の範囲第2項記載の液晶素子。
- 15 4. 前記凹凸部は、前記電極の液晶層側の面に成膜された誘電体層より形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の液晶素子。  
5. 前記凹凸部が前記一对の基板のうちの1つの基板側にだけ設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の液晶素子。  
6. 記録媒体に対向配置される対物レンズと、前記対物レンズにレーザ光を供給するレーザ光源と、前記レーザ光源から対物レンズに到る光路内に配置されて透過光の位相分布を制御する液晶素子とを有し、  
前記液晶素子は、透過光の位相分布を制御する液晶層と、  
前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、  
前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对  
25 の電極とを有し、

前記基板の内側には前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設け、さらに前記一对の電極が互いに平行な平面状に形成されている、ことを特徴とする光ピックアップ。

7. 透過光の位相分布を制御する液晶層と、

5 前記液晶層を挟み込んで封止した一对の基板と、

前記基板の内側に配置されて前記液晶層に所定の電圧を印加する一对の電極とを有する液晶素子の製造方法であって、

前記基板の内側に前記液晶層の厚みに分布を持たせるための凹凸部を設ける工程と、

10 前記電極を互いに平行な平面状に形成する工程とを有する、ことを特徴とする液晶素子の製造方法。

8. 前記凹凸部を設ける工程では、金型を用いた形状転写法によって前記液晶層と電極との間に前記凹凸部を有する合成樹脂の成型体を設けるようにしたことを特徴とする請求の範囲第7項記載の液晶素子の製造方法。

15

9. 前記合成樹脂の成型体が紫外線硬化樹脂よりなり、紫外線照射によって硬化することを特徴とする請求の範囲第8項記載の液晶素子の製造方法。

10. 前記凹凸部を設ける工程では、前記電極の液晶層側の面にフォ

20 トマスクを用いたパターンングによって誘電体層を設けるようにしたことを特徴とする請求の範囲第7項記載の液晶素子の製造方法。

1/6

Fig.1

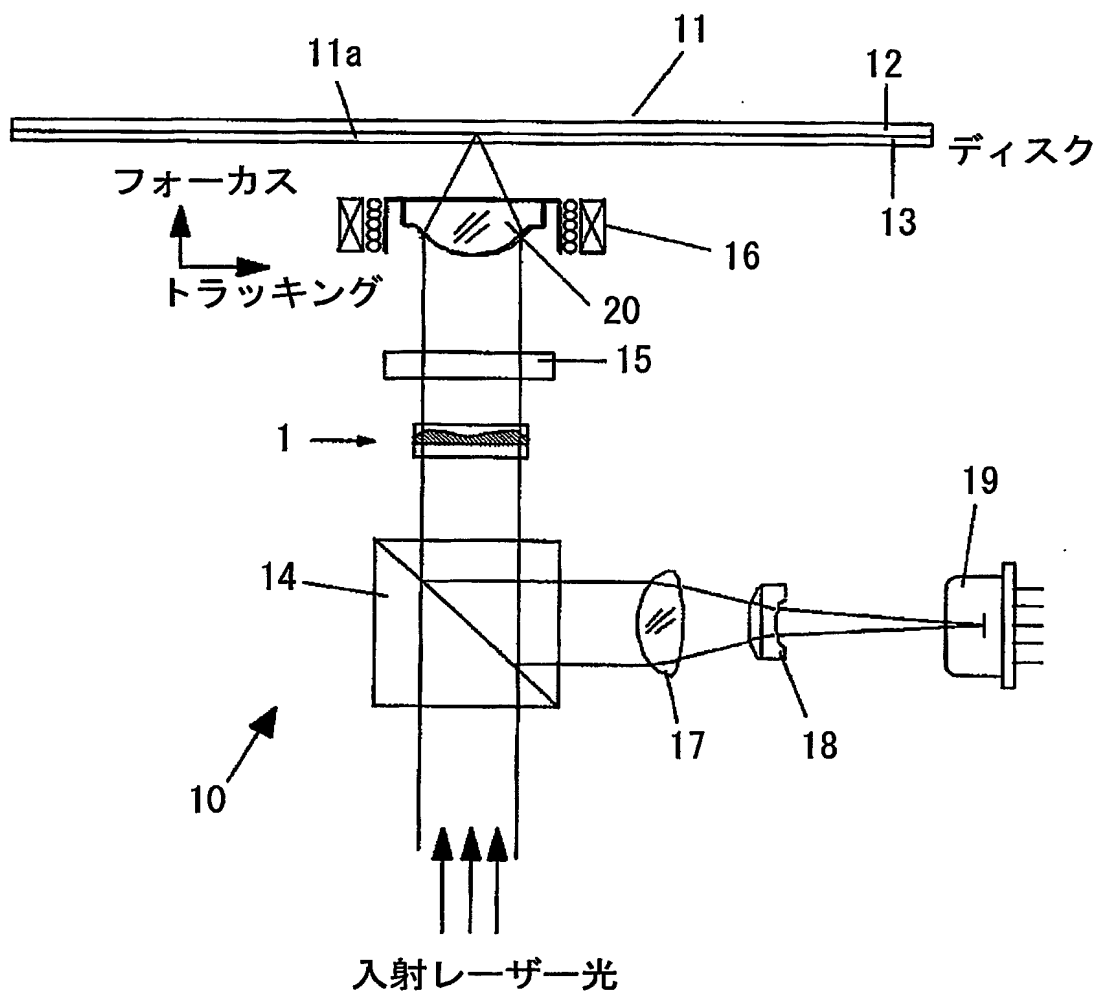


Fig.2A

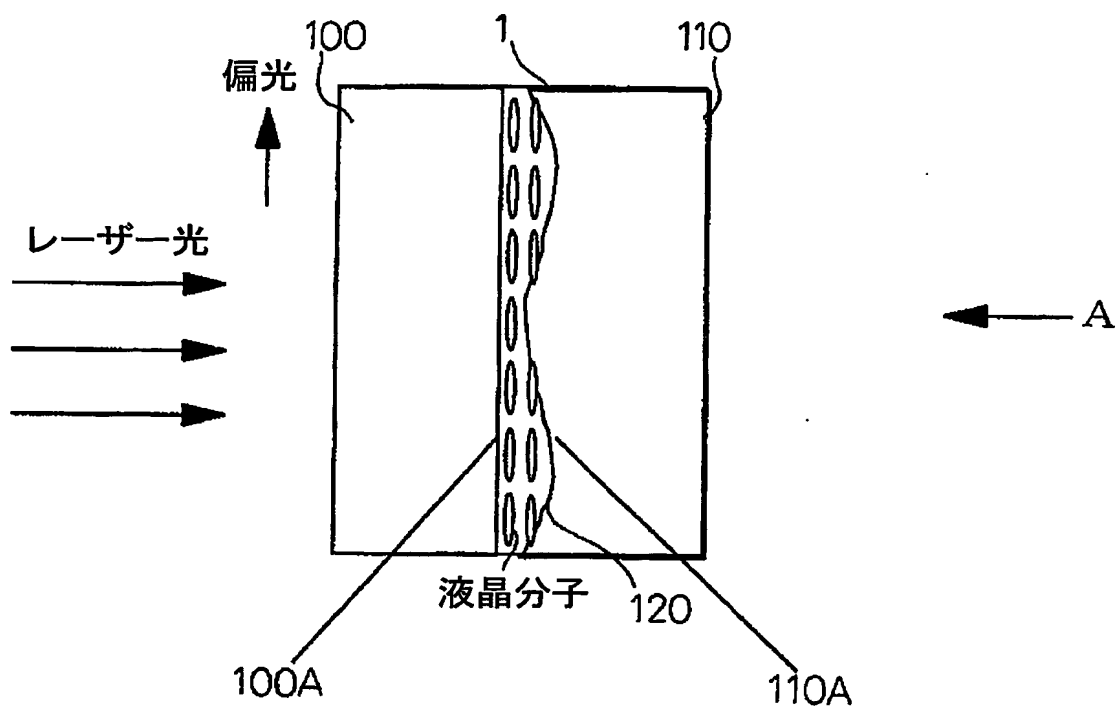
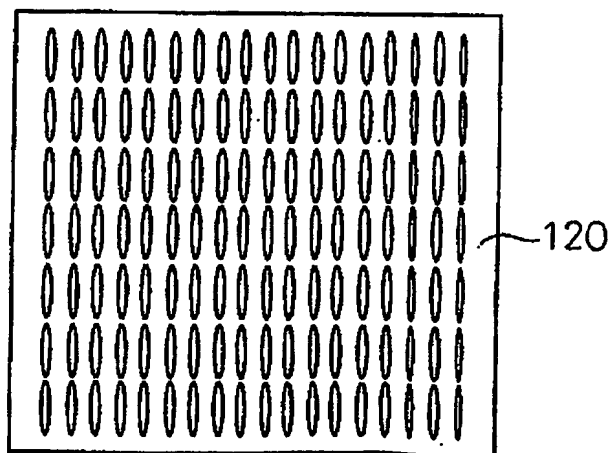


Fig.2B



3/6

Fig.3A

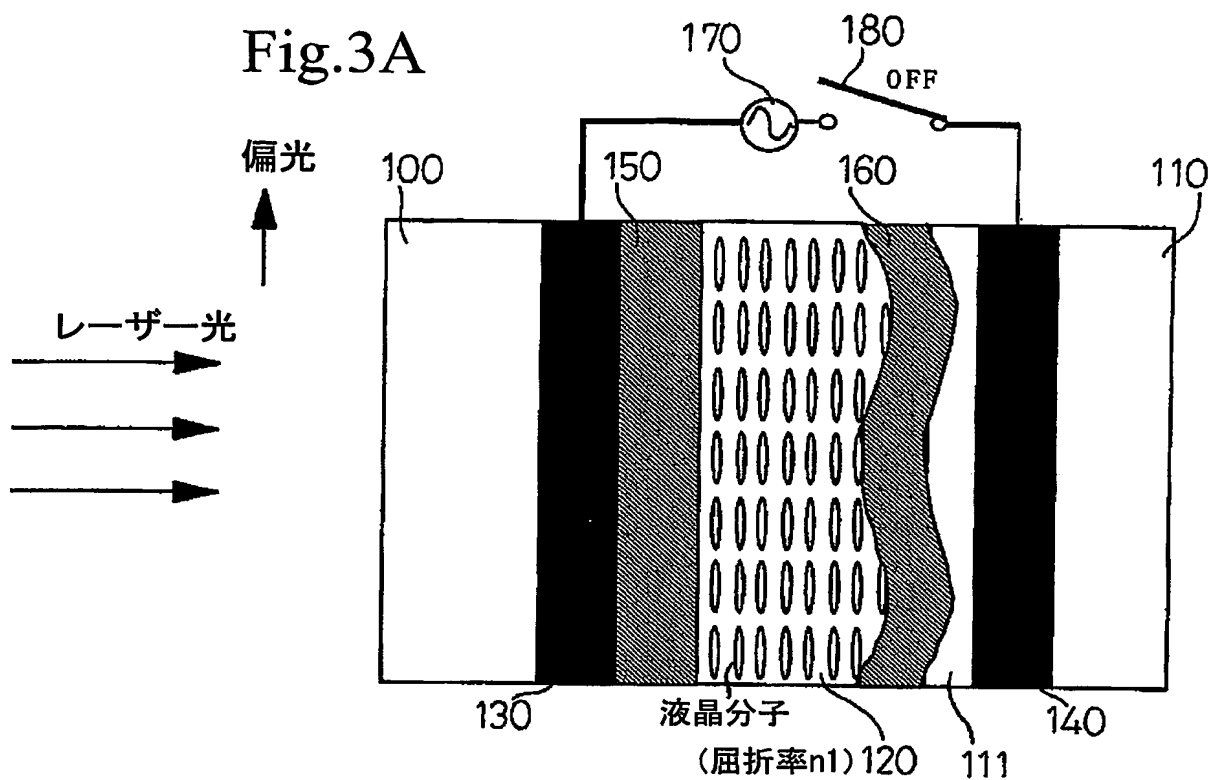
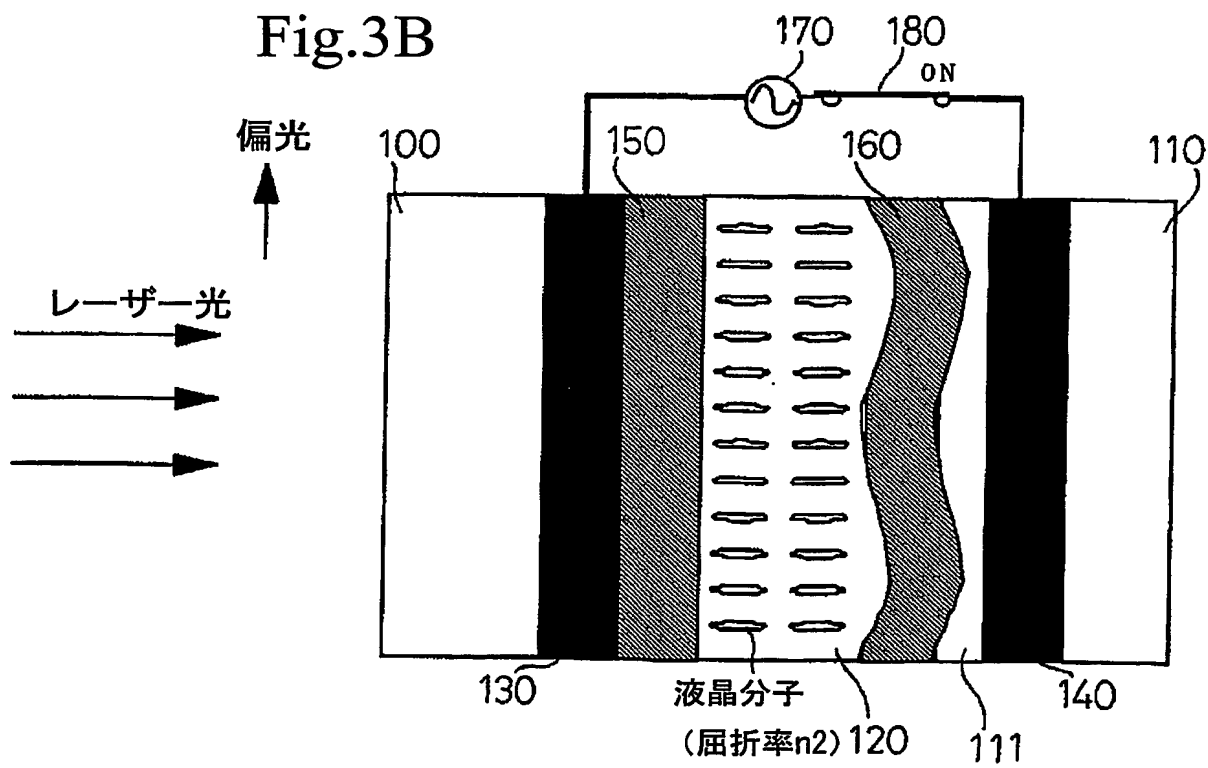


Fig.3B



4/6

Fig.4A

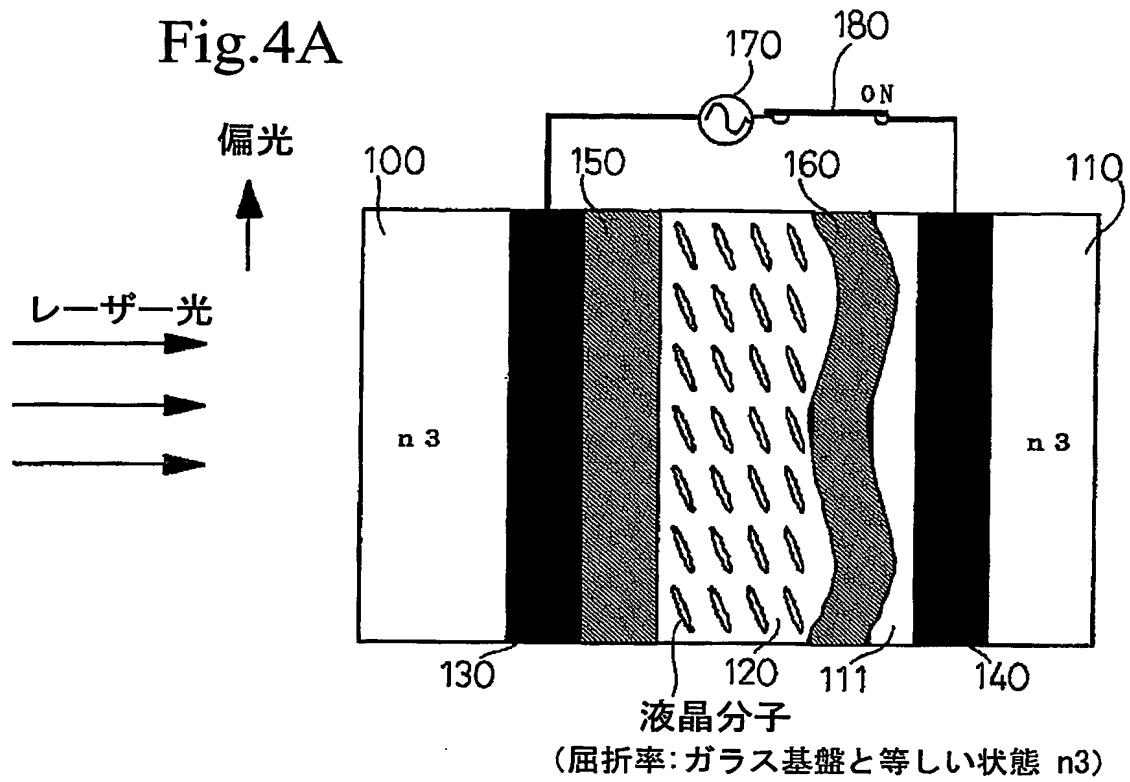
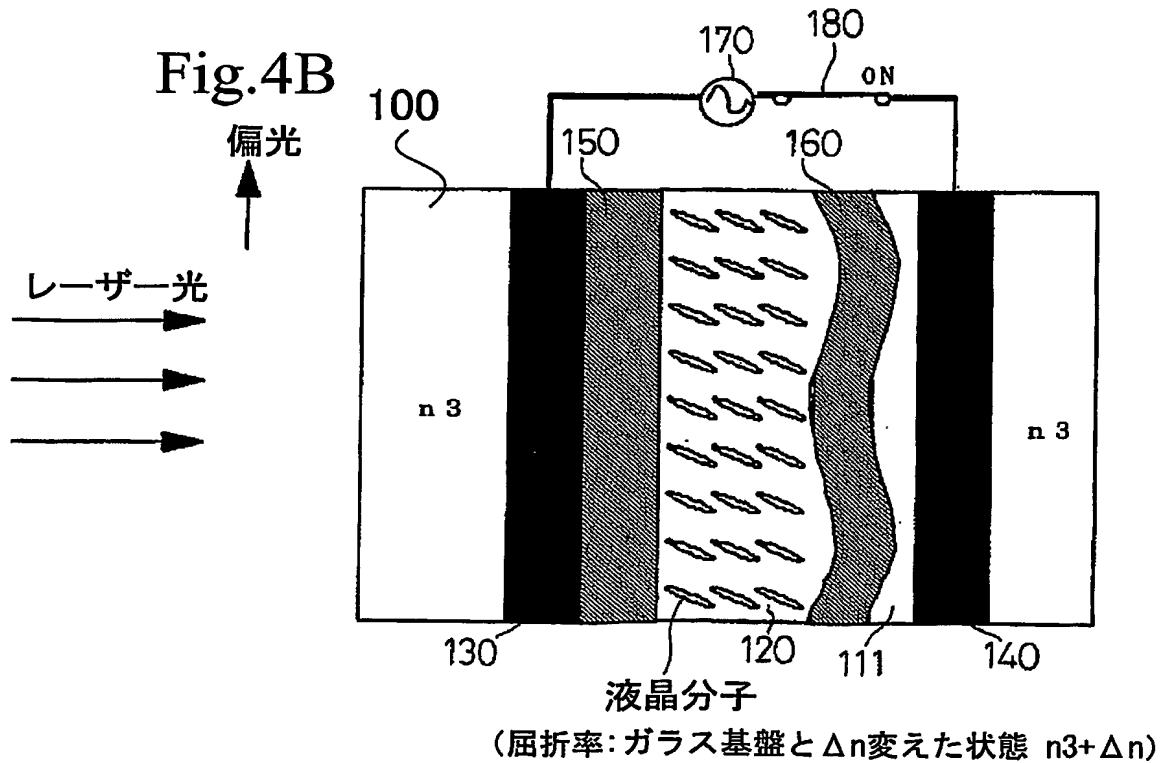


Fig.4B





5/6

Fig.5A

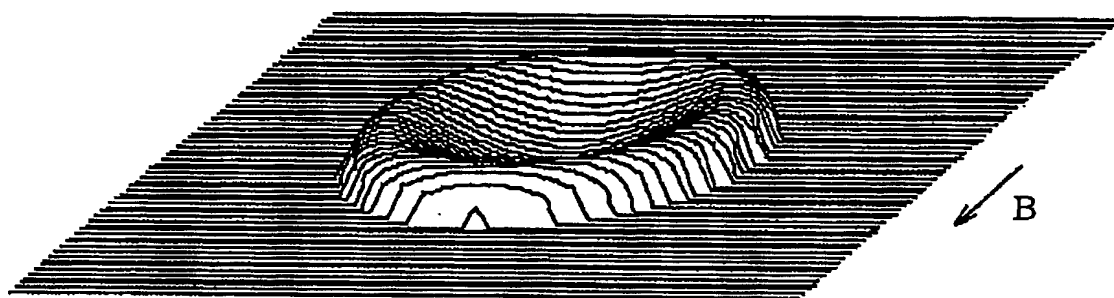
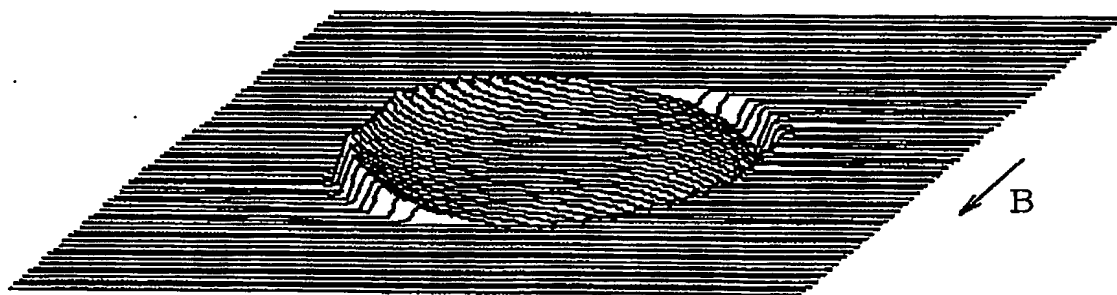


Fig.5B



6/6

Fig.6A

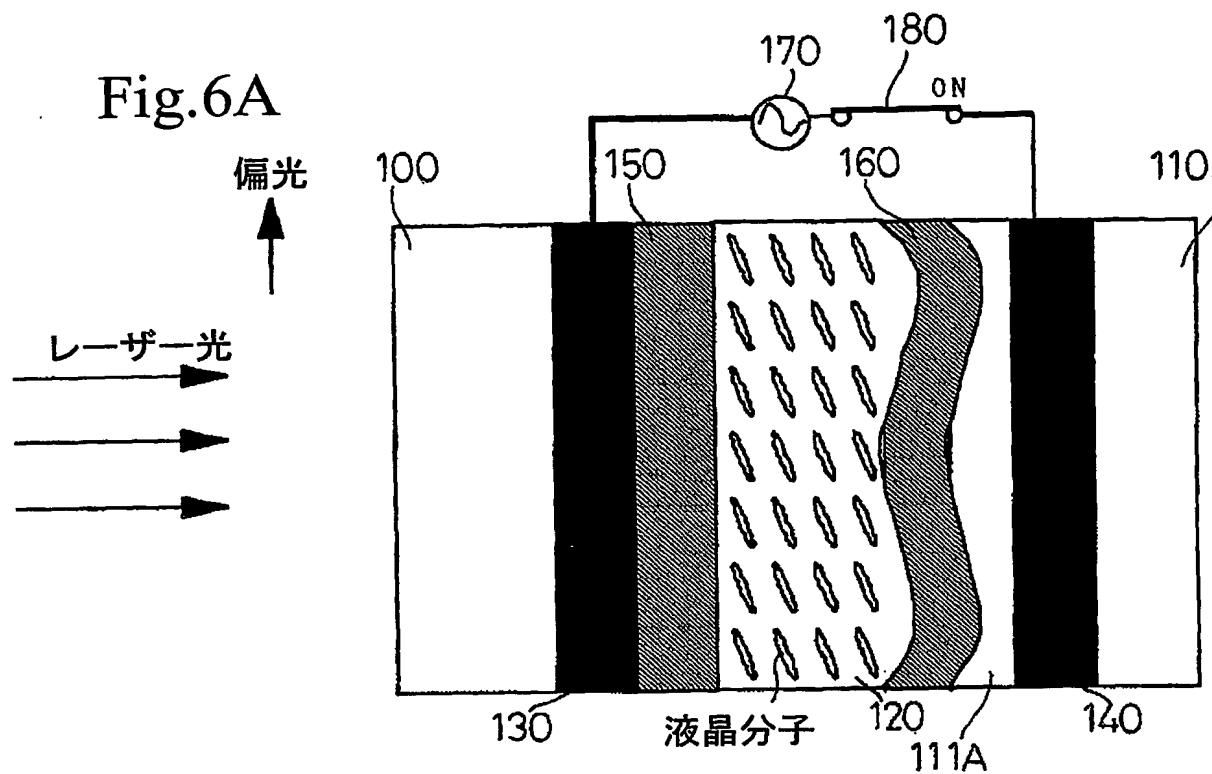
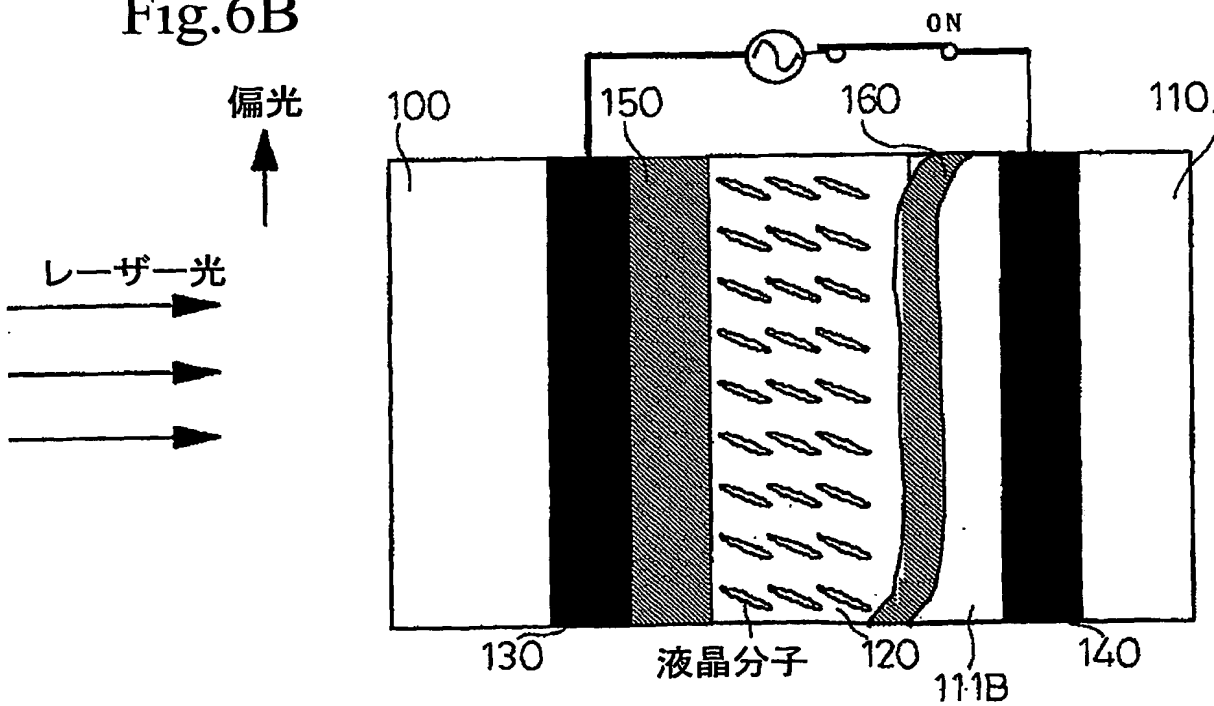


Fig.6B



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/15532

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/1333, G02F1/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/1333, G02F1/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-251774 A (Sony Corp.), 06 September, 2002 (06.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
Y	JP 7-134269 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 May, 1995 (23.05.95), Par. No. [0021]; Fig. 4 (Family: none)	1-10
Y	US 4850681 A (Yamanobe et al.), 25 July, 1989 (25.07.89), Full text; Fig. 1 & JP 62-235924 A Full text; Fig. 1	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 January, 2004 (14.01.04)

Date of mailing of the international search report  
03 February, 2004 (03.02.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/15532

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-250418 A (NEC Corp.), 07 September, 1992 (07.09.92), Par. No. [0013]; Fig. 1 (Family: none)	2-3, 8-10

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02F1/1333, G02F1/13

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02F1/1333, G02F1/13

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-251774 A (ソニー株式会社) 2002. 09. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 7-134269 A (松下電器産業株式会社) 1995. 05. 23, 第21段落, 図4 (ファミリーなし)	1-10
Y	US 4850681 A (Yamanobe et al.) 1989. 07. 25, 全文, 第1図 & JP 62-235924 A, 全文, 第1図	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 01. 04

国際調査報告の発送日

03. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

右田 昌士

2X

9513

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 4-250418 A (日本電気株式会社) 1.992.09.07, 第13段落, 図1 (ファミリーなし)	2-3, 8-10